

Title	固体中の希土類4f電子遷移確率制御による白色光源用蛍光体材料の設計
Author(s)	田部, 勢津久
Citation	(2007)
Issue Date	2007-05
URL	http://hdl.handle.net/2433/79549
Right	p.17-402は学術雑誌掲載論文の抜き刷り、出版社に著作権許諾が得られていないため未掲載。
Type	Research Paper
Textversion	publisher

固体中の希土類 4f 電子遷移確率制御による
白色光源用蛍光体材料の設計

(課題番号 16360329)

平成16年度～平成18年度科学研究費補助金

(基盤研究(B)) 研究成果報告書

平成19年5月

研究代表者 田部 勢津久

京都大学大学院人間・環境学研究科 助教授

固体中の希土類 4f 電子遷移確率制御による
白色光源用蛍光体材料の設計

(課題番号 16360329)

平成16年度～平成18年度科学研究費補助金

(基盤研究(B)) 研究成果報告書

平成19年5月

研究代表者 田部 勢津久

京都大学大学院人間・環境学研究科 准教授

<はしがき>

本研究は、科学研究費補助金基盤研究(B)の採択を受け、平成16年度から18年度の3年間にわたり、京都大学大学院人間・環境学研究科 相関環境学専攻 田部研究室にて行われたものである。

窒化物系青色発光ダイオード(LED)の発明とそれに続く青紫レーザーダイオード(LD)の発明は、光エレクトロニクスの諸分野に大きなインパクトを与えたが、中でも白色LED開発への展開は、21世紀に入り照明技術分野においても技術革新を起こしつつある。その長期安定性、赤外線や紫外線を含まないこと、高い電気-光変換効率、水銀を使わない親環境性、真空管不要などの特長から、固体照明デバイスとして、白熱電球や蛍光管を置き換えると期待されている。青色LEDの波長460nm発光を励起光かつ白色構成光一成分とし、蛍光体と組み合わせた、蛍光体変換型白色LED方式は、3原色ともLEDチップで一体化構成する方式や、紫外LED励起3原色蛍光体利用方式に比べても、変換効率が高い、温度変化によって色調変化がない、などの優れた特長を有しており、今後も高性能化が期待されるデバイス方式であるといえる。

本研究では以上の背景を踏まえて、青色LED/LDを利用した白色固体照明デバイス用の蛍光体の設計、材料創製とその光物性評価を目的とした。

本研究課題の採択を受けて、まず目指したことは、蛍光体を含む発光材料の全光束、全放射フォトンエネルギー絶対値分布の精密測定評価システムの構築と蛍光体単結晶試料の合成装置の導入である。既存照明デバイスを置き換えんとする開発材料の発光特性評価には、スペクトル特性や演色性だけでなく、LEDを介した電気-光エネルギー変換効率の評価が不可欠である。そこで我々は、初年度である2004年に直径10インチの積分球を導入し、試行錯誤と勉強の末、評価システムを確立することができた。世の中の流れを受けてか、希土類蛍光体研究者の数が増えているが、学会発表を聞いていると、発光スペクトルの横軸だけに単位があり、ピーク波長や強度がどう変化したとか、市販蛍光分光計で測定しただけで、既存蛍光体と比べて強度が増加したなどという、発表が多い。縦軸強度が任意単位であるのは許せるとして、広い波長範囲にわたるスペクトルを論じるのに、標準光源による感度校正もしていないデータでは、定量的なことは何も議論できないことを、そろそろ学会主導で標準化すべき時であろう。また実用形態である結晶粉末蛍光体についての評価だけでなく、単結晶試料の精密な基礎光物性に関する研究も目指し、同年2月に開発されたばかりのNECマシナリー(現キャノンマシナリー)の卓上型単結晶育成イメージ炉を導入した。私自身学生時代には所属研究室の大型のものを高融点ガラスの溶融に使っていたが、100V電源で動作する安価なものでありながら、融点2050℃のルビーが作れるということで、固体照明の代表的蛍光体(粉末形状)であるCe:YAGと関連固溶体の単結晶合成に活かすことを行った。その他、本研究課題で遂行した環境整備の布石が、同時に進行している特定領域計画研究のテーマである希土類光増幅器用単結晶材料の合成やエルビウムドープ光ファイバ増幅器の精密光物性評価へも大いに展開したことは望外の収穫であった。可視光と赤外通信光ということで、波長では明確に分類できる2テーマではあるが、希土類発光材料の開発と4f電子光機能の発現という意味では、基本原理や研究手法はもちろん、発光中心元素やホスト材料など、共通の土俵も多い。3年間の研究成果の詳細は本報告書の各章に譲るとして、各種装置導入と立ち上げ、蛍光体材料合成、光物性評価を通じた研究の遂行は、当研究室在籍の院生諸君の貢献がなければ、全く不可能であった。本成果報告書はいうまでもなく彼らとの合作であり、深く感謝を表する。

研究組織

研究代表者 : 田部 勢津久 (京都大学大学院人間・環境学研究科・准教授)

研究協力者 : 西 正之、玉岡 剛、小野 俊介、林 英明、藤田 俊輔 (以上、博士課程)、
山崎 裕史、岸 佑季、堀口 治子、澁谷 吉紀、村上 岳 (以上修士課程、
京都大学大学院人間・環境学研究科田部研究室 院生)

交付決定額 (配分額)

(金額単位: 円)

	直接経費	間接経費	合 計
平成 16 年度	8,000,000	0	8,000,000
平成 17 年度	4,000,000	0	4,000,000
平成 18 年度	2,400,000	0	2,400,000
総 計	14,400,000	0	14,400,000

研究発表

(学振指定の記載項目を満たし、

(1) 学会誌等 17 件 p.7~8 参照

全体書式を保持するため、

(2) 口頭発表 68 件 p.9~14 参照

この省略参照形式とした)

(3) 出版物 10 件 p.15~16 参照

研究成果による工業所有権の出願・取得状況

工業所有権の名称	発明者	権利者	工業所有権の種類、番号	出願年月日	取得年月日
蛍光体材料および白色 LED	田部 勢津久、 藤田俊輔	京都大学、 日本電気硝子	特願 2007-071818	2007.3.20	NA
蛍光体および発光ダイオード	田部 勢津久、 藤田俊輔	京都大学、 日本電気硝子	国際出願番号 PCT/ JP2005/ 005412 国際 公開番号 W02005/097938	2005.3.24	2005.10.20
赤色蛍光体およびこれを用いた発光装置	齋藤肇、種谷元 隆、田部勢津久、 川上養一	京都大学、 シャープ	特開 2006-257290	2004.9.14	2006.9.28
結晶化ガラス複合体	田部勢津久、岸佑 季、坂本明彦	京都大学、 日本電気硝子	特開 2006-321689	2005.5.2	2006.11.30
蛍光体の製造方法	齋藤肇、種谷元 隆、川上養一、 田部勢津久	京都大学、 シャープ	特開 2006-83217	2004.9.14	2006.3.30
光増幅特性シミュレーション装置および方法	林悦子、小野俊 介、田部 勢津久	京都大学、 富士通研究所	特開 2006-310708	2005.5.2	2006.11.9
フォトニックバンドギャップファイバ	田部 勢津久、林 英明、長谷川智 晴、杉本直樹	京都大学、 旭硝子	特願 2005-338951	2005.11.24	NA

目 次

研究概要	・ ・ ・ ・ ・ 6
研究発表リスト	
学会誌等	・ ・ ・ ・ ・ 7
総説	・ ・ ・ ・ ・ 8
口頭発表	・ ・ ・ ・ ・ 9
出版物	・ ・ ・ ・ 15
研究成果	
<u>A. 希土類蛍光体材料に関する総説</u>	・ ・ ・ ・ 17
ガラスにおける希土類イオンの様々な作用 NG05	・ ・ ・ ・ 18
希土類の機能と応用	・ ・ ・ ・ 26
希土類レーザー	・ ・ ・ ・ 27
希土類添加ファイバ	・ ・ ・ ・ 37
高効率希土類蛍光体とその応用	・ ・ ・ ・ 48
希土類蛍光体の構造と物性	・ ・ ・ ・ 49
希土類アルミネート系蓄光型蛍光体の出現とその光物性	・ ・ ・ ・ 50
光増幅器への応用,	・ ・ ・ ・ 62
波長多重通信光増幅器用新規酸化物ガラスにおける	
Tm,Er イオンの光物性	・ ・ ・ ・ 63
波長多重通信光ファイバ増幅器の開発動向	・ ・ ・ ・ 76
広帯域波長多重通信用ガーネット系光増幅器	・ ・ ・ ・ 88
光ファイバアンプの原理、開発の現状と展望	・ ・ ・ ・ 97
科学立国日本を築く「大容量光通信のための光ファイバ増幅器の広帯域化」	・ ・ ・ 107
希土類イオンドープ光増幅ファイバ	・ ・ ・ 115
<u>B. 白色 LED 用ガーネット結晶化ガラス蛍光体材料</u>	・ ・ ・ 119
Glass ceramics for solid-state lighting	・ ・ ・ 120
Glass Ceramic Phosphors for Solid State Lighting	・ ・ ・ 128

YAG glass ceramic phosphor for white LED(I): background and development	・ ・ ・ 1 3 5
YAG glass ceramic phosphor for white LED(II): luminescence characteristics	・ ・ ・ 1 4 2
白色 LED 用結晶化ガラス蛍光体材料の開発と発光特性評価	・ ・ ・ 1 4 8
Fluorescence properties of Er^{3+} -doped YAG Nanocrystals Synthesized by Glycothermal Method	・ ・ ・ 1 5 6
Phase selective cathodoluminescence spectroscopy of Er:YAG glass-ceramics	・ ・ ・ 1 5 9
日経産業新聞「青色 LED の光白に：ガラス素材開発」2007 年 5 月一面記事	・ ・ ・ 1 6 4
C. 希土類ドーピングガラスの光物性と局所構造	・ ・ ・ 1 6 5
Properties of Tm^{3+} -doped germanotellurite glasses for S-band amplifier	・ ・ ・ 1 6 6
Evidence of hypersensitive transition in Erbium-doped fibers with different Al_2O_3 content	・ ・ ・ 1 7 1
Correlation between emission bandwidth of $\text{Er}^{3+} : 1.5\mu\text{m}$ band and optical basicity of host oxide glasses	・ ・ ・ 1 7 6
Effect of hydroxyl groups on erbium-doped bismuth-oxide-based based glasses for fiber amplifiers	・ ・ ・ 1 7 9
Study on the dynamics of a gain spectral hole in silica-based erbium doped fiber at 77K	・ ・ ・ 1 8 7
Optical properties and and local structure of rare-earth doped amplifier for broadband telecommunication	・ ・ ・ 1 9 3
Variation of emission spectra of Er^{3+} -doped YAG-based solid solution	・ ・ ・ 1 9 8
D. 可視蛍光体材料と発光効率、色度評価システムの構築	・ ・ ・ 2 0 1
赤外励起新規白色光源結晶化ガラス複合材料の色調整	・ ・ ・ 2 0 2
「結晶化ガラス複合体」特許	・ ・ ・ 2 1 2
積分球と Judd-Ofelt 解析による Sm ガラス蛍光体の量子効率評価	・ ・ ・ 2 2 1
ガーネット蛍光体単結晶および固溶体セラミックスの作成との量子収率の評価	・ ・ ・ 2 4 1
Fabrication and efficient infrared-to-visible upconversion in transparent glass ceramics of Er-Yb co-doped CaF_2 nano-crystals	・ ・ ・ 2 6 4

Infrared-to-visible upconversion of rare-earth-doped glass ceramics containing CaF_2 crystals	・ ・ ・ 2 6 8
Fabrication and blue upconversion characteristics of Tm-doped tellurite fiber	・ ・ ・ 2 7 1
新規希土類発光材料とその光物性評価	・ ・ ・ 2 7 5
積分球を用いたフォトン数分布スペクトル測定と量子収率の算出	・ ・ ・ 2 9 1
Power budget of side-spontaneous emission of EDF evaluated with integrating sphere	・ ・ ・ 3 1 2
<u>E. 近赤外域発光特性（光通信波長を含む）</u>	・ ・ ・ 3 1 4
波長多重通信用光ファイバ増幅器の開発	・ ・ ・ 3 1 5
Novel oxide glass and glass ceramic materials for optical amplifier	・ ・ ・ 3 2 9
Development of Rare-Earth Doped Fiber Amplifiers for Broad Band Wavelength-Division-Multiplexing Telecommunication	・ ・ ・ 3 4 7
Gain characteristics of Tm-doped fiber amplifier by dual-wavelength pumping with a tunable L-band source	・ ・ ・ 3 6 0
Optical telecommunication-band fluorescence properties of Er^{3+} -doped YAG nanocrystals synthesized by glycothermal method	・ ・ ・ 3 6 5
Compositional dependence of fluorescence spectra of $\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}^{4+}$ -doped calcium aluminosilicate glasses for broadband telecommunication	・ ・ ・ 3 7 3
Evaluation of quenching effect on gain characteristics in silica-based erbium doped fiber using numerical simulation	・ ・ ・ 3 7 6
High-performance and wideband amplifier using bismuth-oxide-based EDF with cascade configurations	・ ・ ・ 3 8 1
Origin of Multi-Hole Structure in Gain Spectrum of Erbium-Doped Fiber Amplifier	・ ・ ・ 3 8 7
Investigation of Side Spontaneous Emission of Silica-Based Erbium Doped Fibers by Integrating Sphere	・ ・ ・ 3 9 0
<u>その他</u>	
2006 Annual Report of TC20 (Glasses for Optoelectronics)	・ ・ ・ 3 9 3
3年間で充実した研究設備	・ ・ ・ 3 9 8

研究概要

1993 年の InGaN 系青色発光ダイオード(LED)の発明とそれに続く青紫レーザーダイオード(LD)の発明は、光エレクトロニクスの諸分野に大きなインパクトを与えたが、中でも白色 LED 開発への展開は、21 世紀に入り照明技術分野においても計り知れない技術革新を起こしつつある。その長期安定性、赤外線や紫外線を含まないこと、高い電気-光変換効率、水銀を使わない親環境性、真空管不要などの特長から、固体照明デバイスとして、白熱電球はもちろん蛍光管をも置き換えると予想されている。青色 LED が発光を示す 460nm という波長を励起光かつ白色構成光一成分とし、黄色蛍光体と組み合わせた、蛍光体変換型白色 LED 方式は、今日最も普及している方式で、3 原色とも LED チップで一体化構成する方式や、紫外 LED 励起 3 原色蛍光体利用方式に比べても、変換効率が高い、演色性が高い、温度変化によってスペクトルや色調変化がない、などの優れた特長を有しており、今後も 3 種の方式の中でも優位性を保ちながら、高性能化が期待されるデバイス方式であるといえる。

以上の背景を踏まえて本研究では、青色 LED を利用した白色固体照明デバイス用の蛍光体の波長設計、材料創製とその光物性の精密評価を目的とした。研究対象とした蛍光体材料は以下のように要約できる。I. 単結晶および固溶体ガーネット結晶中の Ce^{3+} イオンの $5d \rightarrow 4f$ 発光遷移での幅広い可視発光、波長変化、量子収率、青色 LED と組み合わせた時の色度、II. 460nm での高い励起効率と長波長側可視域での高い透過率を有する YAG 結晶化ガラス材料の開発、III. パワー照明用青紫 LD 励起蛍光体として、405nm に強い励起帯を有する Sm^{3+} イオンに世界で初めて着目し、ガラス蛍光体の開発と配位子場構造とスペクトル、遷移確率、量子効率の組成依存性、積分球により量子収率評価も行った。 Sm^{3+} イオンの場合励起遷移、発光遷移共に $4f-4f$ 電子遷移であるため、作成透明試料（ガラス、結晶含む）に対する吸収スペクトルから、半経験的な Judd-Ofelt 理論の適用と遷移確率の予測が可能である。こちらに関してプロである我々は、恐らく世界で初めて、両方の手法を並行して評価して結果を比較した、初めての研究を行ったと思う。

高効率な希土類発光機能の発現には適切なホストの選択や原子レベルで希土類イオンの周辺を精密に構造制御するかが重要である。明確な立体構造をもつ希土類蛍光体を合理的にデザインし、系統的な合成を通じて、全光束、全放射束の評価を含めた発光特性を解明することによって、発光機能創製に向けた探求をより効果的に行うことが可能となるといえる。評価系の確立には 3 年間で 60%程度は達成できたと自画自賛しているが、その分、真に固体照明に適した新材料の開発はまだまだ、課題が残されている。


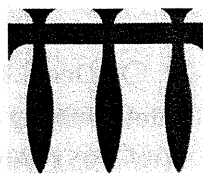
1. S. Tanabe, T. Tamaoka, "Gain characteristics of Tm-doped fiber amplifier by dual-wavelength pumping with a tunable L-band source", *Opt. Mater.* 25[2] (2004) 165-169.
2. M. Nishi, S. Tanabe, M. Inoue, M. Takahashi, K. Fujita and K. Hirao, "Fluorescence Properties of Er^{3+} -Doped YAG Nanocrystals Synthesized by Glycothermal Method", *J. Ceram. Soc. Jpn*, Suppl. vol.112, (2004) S898-S900.
3. M. Nishi, S. Tanabe, K. Fujita, K. Hirao and G. Pezzotti, "Phase-selective cathodoluminescence spectroscopy of Er:YAG glass-ceramics", *Solid State Commun.* 132[1] (2004) 19-23.
4. S. Ono, S. Tanabe, "Evidence of enhanced hypersensitive transition in erbium-doped fibers with different Al_2O_3 content", *IEEE J. Quant. Electronics* 40[12], (2004) 1704-08.
5. N. Sugimoto, S. Tanabe, "Correlation between emission bandwidth of Er^{3+} :1.5 μm band and optical basicity of host oxide glasses", *J. Ceram. Soc. Jpn* 113[1], (2005) 120-122.
6. H. Yamazaki, S. Tanabe, "Compositional dependence of fluorescence spectra of the $\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}^{4+}$ -doped calcium alumino-silicate glasses for broadband telecommunication", *Jap. J. Appl. Phys.* 44[7A], (2005) 5011-13.
7. M. Nishi, S. Tanabe, M. Inoue, M. Takahashi, K. Fujita and K. Hirao, "Optical-telecommunication-band fluorescence properties of Er^{3+} -doped YAG nanocrystals synthesized by glycothermal method", *Opt. Mater.* 27[4], (2005) 655-662.
8. S. Ono, S. Tanabe, M. Nishihara, E. Ishikawa, "Study on the dynamics of gain spectral hole in silica-based erbium-doped fiber at 77K", *J. Opt. Soc. Am. B* 22[8], (2005) 1594-99.
9. Y. Kishi, S. Tanabe, "Fabrication and efficient infrared-to-visible upconversion in transparent glass ceramics of Er-Yb co-doped CaF_2 nano-crystals", *J. Am. Ceram. Soc.* 88[12], (2005) 3423-26.
10. Y. Kishi, S. Tanabe, "Properties of Tm^{3+} doped Germanotellurite glasses for S-band amplifier", *J. Am. Ceram. Soc.* 89[1], (2006) 236-240.
11. H. Hayashi, N. Sugimoto, S. Tanabe, S. Ohara, "Effect of Hydroxyl groups on Erbium doped Bismuth Oxide Based Glasses for Fiber Amplifiers", *J. Appl. Phys.* 99, (2006) 093150-1-8.
12. S. Akiba, M. Takakura, A. Matsuda, W. Hara, T. Okada, T. Watanabe, Y. Kondo, S. Ito, P. Ahmet, T. Chikyo,

S.Tanabe, T.Hanada, "Fabrication of Optically Active Er^{3+} -Doped Bi_2O_3 - SiO_2 Glass Thin Films by Pulsed Laser Deposition", *Jap. J. Appl. Phys.* 45[7], (2006) 5933-35.

13. H.Hayashi, N.Sugimoto, S.Tanabe, "High-performance and wideband amplifier using bismuth-oxide- based EDF with cascade configurations", *Opt. Fiber Tech.* 12, (2006) 282-287.

総 説

1. S.Tanabe, "Novel Oxide Glass and Glass Ceramic Materials for Optical Amplifier", *Ceram.Trans.* 163 (2005) 1-16.
2. 田部 勢津久, "<やさしいニューガラス講座>ガラスにおける希土類イオンの様々な作用", 「ニューガラス」 vol.20[1] (76),(2005) 54-61.
3. 田部 勢津久, "広帯域波長多重通信用ガーネット系光増幅器材料の設計", 「セラミックス」 41[9], (2006) 691-697. (特集: オプテックス/フォトニクスを支えるセラミックス材料の開発最前線)
4. 田部 勢津久, "<研究最先端>光ファイバアンプの原理、開発の現状と展望", 「ニューガラス」 vol.21[3] (82),(2006) 47-56.

1. S.Tanabe, "Novel Oxide Glass and Glass Ceramic Materials for Optical Fiber Amplifier", *Annual Meeting, The American Ceram.Society*, (Indianapolis, April 20, 2004) **Invited**.
2. S.Tanabe, "Novel Glass Ceramic Materials for Optical Amplifiers", *LEOS Seminar at Univ.New Mexico (Lasers and Electro-Optical Society)*, (Albuquerque, NM, April 22, 2004) **Invited**. 
3. S.Tanabe, "Design of Rare Earth-Doped Glasses and Fiber Amplifiers for WDM-Based Fiber Optic Communications", *LEOS and Center for High Technology Materials Seminar at Univ.New Mexico (Lasers and Electro-Optical Society)*, (Albuquerque, NM, April 23, 2004) **Invited**.
4. ○S.Tanabe, H.Yamazaki, "New Glass Materials for Optical Fiber Amplifier", *OECC 2004 Optoelectronics and Communications Conf.* (Yokohama, July 12, 2004) **Invited**.
5. ○藤田俊輔、坂本明彦、山本茂、田部 勢津久、"白色 LED 用 YAG 結晶化ガラス蛍光体"、第 65 回応用物理学会秋季学術講演会、(仙台,9/3/2004) 3a-ZL-1.
6. 小野俊介、○田部 勢津久、西原真人、石川悦子、「Er ドープファイバの 77K ゲインスペクトラルホールバーニング測定とホール形成挙動」、第 65 回応用物理学会秋季学術講演会、(仙台,9/4/2004) 4a-ZN-8.
7. S.Tanabe, "Present and potential of rare-earth-doped glasses", *Photon Craft Cooperative International Project Symposium*, (Kyoto, Sept.24, 2004) **Invited**.
8. S.Tanabe, "Overview of TC20 activities and Glass Ceramics for Photonics", *Joint meeting of TC20, TC7 and TC3, ICG04* (Kyoto, Sept.26, 2004)
9. T.Tamaoka, ○S.Tanabe, "Fabrication and upconversion characteristics of Tm-doped tellurite fiber for S-band Amplifier", *Int'l Congress on Glass 2004*, (Kyoto, Sept.28, 2004).
10. S.Tanabe, "Glass and Glass Ceramic Materials for Optical Fiber Amplifier in Wavelength-Division- Multiplexing", *20th International Congress on Glass 2004*, (Kyoto, Sept.29, 2004) **Invited**. 
11. 田部 勢津久、「大容量光ファイバ通信に求められる光増幅器材料」, 日本セラミックス協会 関西支部第 7 回若手フォーラム (京都,10/29/04) **Invited**.
12. ○M.Nishi, S.Tanabe, K.Fujita, K.Hirao, "Variation of emission spectra of Er³⁺-doped YAG-based solid solution", *Rare Earth 2004*, (Nara, Nov.8, 2004) FP-25.
J.Alloys&Comp. 408-412, (2006) 788-790. **Rare Earths '04 in Nara, JAPAN**
13. S.Tanabe, "Optical properties and local structure of rare earth doped amplifiers for broadband

telecommunication", *Rare Earth 2004*, (Nara, Nov.9, 2004) FI-06 *Invited*.

J.Alloys&Comp. 408-412, (2006) 675-679.



14. ○Y.Kishi, S.Tanabe, "Infrared-to-Visible upconversion of rare-earth doped glass ceramics containing CaF_2 crystal", *Rare Earth 2004*, (Nara, Nov.9, 2004), FP-51.
J.Alloys&Comp. 408-412, (2006) 842-844.

15. T.Tamaoka, ○S.Tanabe, S.Ohara, H.Hayashi, N.Sugimoto, "Fabrication and gain characteristics of Tm-doped tellurite fiber for S-band Amplifier", *Rare Earth 2004*, (Nara, Nov.9, 2004), FP-53
J.Alloys&Comp. 408-412, (2006) 848-851.

16. ○S.Tanabe, H.Yamazaki, Y.Kawakami, M.Funato, H.Saito, T.Yuasa, M.Taneya, "Samarium-doped phosphor for violet-diode-pumped solid-state lighting", *Rare Earth 2004*, (Nara, Nov.9, 2004), FP-74.

17. ○S.Ono, S.Tanabe, "Evaluation of concentration quenching effect on the gain characteristics of silica-based Er^{3+} -doped fiber by numerical simulation", *Rare Earth 2004*, (Nara, Nov.10, 2004), FO-05.
J.Alloys&Comp. 408-412, (2006) 732-736.

18. ○小野俊介、田部 勢津久、西原真人、石川悦子、
「Er ドープファイバの低温における利得スペクトルホール形成挙動」、
第 45 回ガラスフォトンクス材料討論会(つくば,11/26/2004)

19. ○田部 勢津久、藤田俊輔、坂本明彦、山本茂、「白色 LED 用 YAG 結晶化ガラスの開発と積分球による特性評価」、
The 15th Meeting on Glasses for Photonics (東京、1/31/2005).

20. ○山崎裕史、田部 勢津久、「パルスレーザ蒸着法による Er ドープガーネット薄膜の作成と通信帯域発光特性」、The 15th Meeting on Glasses for Photonics (東京、1/31/2005).

21. 田部 勢津久、「波長多重通信用広帯域希土類光増幅器材料の開発と光物性評価」、文部科学省「希土類形態制御」、第 2 回公開シンポジウム (東京,1/31/2005) *Invited*.

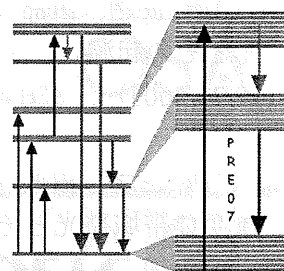
22. ○S.Ono,S.Tanabe, M.Nishihara, E.Ishikawa, "Effect of Erbium Ion Concentration on Gain Spectral Hole Burning in Silica-Based Erbium-Doped Fiber", *Optical Fiber Communication Conf. 2005*, (OFC'05), (Anaheim, March 10, 2005) OThL1.

23. ○山崎 裕史、田部 勢津久、「イメージ炉を用いた FZ 法による Er ドープガーネット単結晶の作成と光物性評価」日本セラミックス協会 2005 年会 (岡山,3/23/2005)

24. ○堀口 治子、田部 勢津久、「 Ce^{3+} :YAG 単結晶の作成と積分球による発光特性評価」日本セラミックス協会 2005 年会 (岡山,3/23/2005)

25. 田部 勢津久、「広帯域波長多重通信用希土類ドープ光ファイバ増幅器材料の開発」、”第 52 回応用物理学会関係連合講演会 “波長集積・操作フォトンクス 光スペクトル資源の極限利用に向けて (IV) -” (さいたま、3/29/2005) *Invited* **波長集積・操作フォトンクス**

26. ○藤田、吉原、坂本、山本、田部、「白色 LED 用 YAG 結晶化ガラス蛍光体の開発と発光特性評価」第 52 回応用物理学会関係連合講演会 (さいたま、3/30/2005)
27. 田部 勢津久、「EDFA の利得スペクトラルホールバーニングの現象解明とその物理モデル」、富士通研究所 日時：3 月 30 日 (水) *Invited.*
28. ○S.Tanabe, S.Fujita, A.Sakamoto, S.Yamamoto, "Glass Ceramics for Solid State Lighting", *Annual Meeting The American Ceramic Society*, (Baltimore, April 12, 2005) *Invited.*
29. S.Tanabe, "Evaluation of quantum efficiency of rare-earth-doped glasses by integrating sphere", *Workshop on PHOTOLUMINESCENCE IN RARE EARTHS: PHOTONIC MATERIALS AND DEVICES (PRE'05)* (Trento, May 2, 2005) *Invited.*
30. ○S.Tanabe, S.Fujita, A.Sakamoto, S.Yamamoto, "Glass Ceramic Phosphors for Solid State Lighting", *3rd DGG Symposium on Novel Optical Technologies* (May 24, 2005 in Wurzburg, Germany) *Invited.*
31. 岸 佑季、田部 勢津久、「新規鉛フリー透明ナノ結晶化ガラスの創製と赤外→可視変換特性」、希土類討論会 (大阪,5/26/2005) .
32. ○澁谷 吉紀、田部 勢津久、川上養一、齋藤肇、湯浅貴之、種谷元隆、「青紫 LD 励起固体照明用 Sm ドープガラス蛍光体の発光特性」、希土類討論会 (大阪,5/26/2005) .
33. ○S. Tanabe, S. Fujita, S. Yoshihara, A. Sakamoto, S. Yamamoto, "YAG glass-ceramic phosphors for white LED (II): EL characteristics", *Optics & Photonics 2005 (SPIE Annual Meeting)* (San Diego, Aug.3, 2005) 5931-34.
34. ○S. Fujita, S. Yoshihara, A. Sakamoto, S. Yamamoto, S. Tanabe, "YAG glass-ceramic phosphors for white LED (I): Development", *Optics & Photonics 2005 (SPIE Annual Meeting)* (San Diego, Aug.3, 2005). 5931-33.
35. ○S. Ono, S. Tanabe, M. Nishihara, E. Ishikawa, "Origin of Multi-Hole Structure in Gain Spectrum of Erbium-Doped Fiber Amplifier", *Optical Amplifiers & their Applications, OAA2005* (Budapest, Aug.10, 2005) WB2.
36. ○田部 勢津久、藤田 俊輔、吉原 聡、坂本 明彦、「秩序構造ガラスの光学特性と固体照明白色光源の開発」、応用物理学会連合講演会・ランダム系フォトエレクトロニクス研究会「秩序-無秩序構造を利用する革新機能材料」(徳島, 9/9/2005) *Invited.*
37. S.Tanabe, "Evaluation of quantum efficiency of rare-earth doped glasses by integrating sphere", *ICG-TC20 meeting (Optoelectronics Glass)* (Maui, Sept.11, 2005)







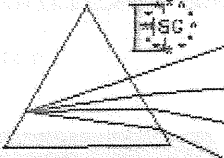
38. ○堀口治子、田部 勢津久、「Ce³⁺:YAG ドープガーネット単結晶の作成と積分球による発光特性評価」希土類若手研究会発表会、(仙台,9/15,2005) .
39. ○澁谷吉紀、田部 勢津久、「希土類ドープボレートガラスの配位子場解析と蛍光特性」希土類若手研究会発表会、(仙台,9/16,2005) .
40. ○田部 勢津久、藤田 俊輔、吉原 聡、坂本 明彦、山本茂、「Ce:YAG 結晶化ガラスの開発と発光特性」, 蛍光体同学会第 309 回講演会、(東京,9/16/2005) *Invited*.
41. ○西 正之、田部 勢津久、藤田 晃司、平尾 一之、「Er 添加ガーネット結晶の高強度 U 帯発光とその起源」, 日本セラミックス協会関西支部・中国四国支部連合学術講演会、(京都, 10/26/2005) .
42. ○西 正之、田部 勢津久、藤田 晃司、平尾 一之、「Er:YAG 結晶の光通信帯域発光特性ー高強度 U 帯域発光とその起源ー」, 平成 17 年度セラミックス総合研究会、(鹿児島, 11/11,12/2005) .
43. ○田部勢津久・山崎裕史、「エルビウムで C+L 帯以外の広帯域光増幅は可能か? : スペクトルデータに基づく理論的検討」
第 46 回ガラスおよびフォトンクス材料討論会 (2005.11.21, 彦根) .
44. ○澁谷吉紀、田部勢津久、川上養一、齋藤肇、種谷元隆、「青紫 LD 励起固体照明用希土類ドープガラス蛍光体の作成と量子効率評価」 第 46 回ガラスおよびフォトンクス材料討論会 (2005.11.21, 彦根)
45. 田部 勢津久, "光ファイバ通信と固体照明分野における希土類含有ガラスの新展開", 立命館大学公開研究会(草津、2/15/2006) *Invited*
46. ○堀口治子、田部 勢津久、「積分球と緑色、青色 LED および紫 LD を用いた Eu³⁺ 添加ガラスの量子効率評価」日本セラミックス協会 2006 年会 (東京, 3/14/2006) 1F23.
47. ○澁谷吉紀、田部 勢津久、「広帯域光通信用 U バンド帯光増幅材料 Er³⁺ イオンドープ Ce_{1-x}Y_xO_{2-d} 結晶の光物性」, 日本セラミックス協会 2006 年会 (東京, 3/15/2006) 2F03L.
48. 田部 勢津久,『新規希土類発光材料とその光物性評価 ー 情報機構 蛍光寿命・量子効率、スペクトル、量子収率の測定と評価等ー』、情報機構 セミナー (東京, 3/17/2006) *Invited*.
49. ○Y.Shibutani, S.Tanabe, "Fluorescent Characteristics of Er³⁺-doped Ce_{1-x}Y_xO_{2-d} Crystals for U-band Optical Amplifier" *Glass & Optical Materials Division (GOMD) Spring 2006 Meeting, The American Ceramic Society, (Greenville, SC, May 16-19, 2006).*
50. ○S.Tanabe, S.Fujita, S.Yoshihara, A.Sakamoto, S.Yamamoto, "Properties of Ce:YAG Glass Ceramic Phosphors for White LED", *Glass & Optical Materials Division (GOMD) Spring 2006 Meeting, The*

電気化学会蛍光体懇談会
蛍光体同学会

情報機構



American Ceramic Society, (Greenville, SC, May 16-19, 2006).

51. ○H.Hayashi, S.Tanabe, N.Sugimoto, "Quantitative Evaluation of Spontaneous Emissions and Scattering Powers in BIEDF by Integrating Sphere", *Glass & Optical Materials Division (GOMD) Spring 2006 Meeting, The American Ceramic Society*, (Greenville, SC, May 16-19, 2006).
52. ○村上 岳、田部 勢津久、石田 昭人、"軽希土類添加 SrF₂ 含有透明ナノ結晶化ガラスの作成とその近赤外発光特性"、第 23 回希土類討論会 (東京, 5/30/2006).
53. ○D. Zhang, S. Tanabe, "Investigation of Side Spontaneous Emission of Silica- Based Erbium Doped Fibers by Integrating Sphere", *Optical Amplifiers and Their Applications 2006* (Whistler, June 28, 2006) JWB38. 
54. ○S.Tanabe, D.Zhang, "Power budget of side-spontaneous emission of EDF evaluated with integrating sphere", *Opto-Electronics & Communications Conference 2006 (OECC 2006)*, (Kaoshiung, July 3-7, 2006) *Invited* 
55. S.Tanabe, "Development of Glass Materials for Broadband Amplifiers for Wavelength- Division-Multiplexing", *Int'l Conf. on Optical and Optoelectronic Materials and Applications 2006 (ICOOPMA 06)*, (Darwin, July 15-22, 2006) *Invited*. 

56. 田部、「人間に優しく賢い材料ーニューガラスは環境と情報通信を支える」、京都大学総合人間学部 2006 オープンキャンパス (京都、8/10/2006) .
57. S.Tanabe, "Theoretical Aspects of Rare Earth Ion Spectroscopy for Optical Amplifiers and Solid-state Lighting", *8th European Society of Glass Conference*, (Sunderland, Sept.9, 2006) *Invited*. 
58. ○張徳宝、田部、「積分球による Er ドープファイバの全エネルギー収支評価」日本セラミックス協会秋季シンポジウム、(甲府, 9/20/2006)
59. ○S.Fujita, S.Yoshihara, A.Sakamoto, S.Yamamoto, S.Tanabe, "YAG glass ceramic phosphors for white LED", *8th Int'l Sympo. Crystallization in Glasses and Liquids* (Jackson Hole, Sept.28, 2006)
60. ○T. Murakami, S. Tanabe, "Preparation and NIR-emission of light rare-earth doped transparent nano-glass ceramics containing SrF₂", 希土類若手研究発表会国際セミナー (和歌山, 10/4-6/2006)
61. ○D.Zhang, S.Tanabe, "Quantitative Evaluation of Quantum Efficiency of Er-doped Glasses by Integrating Sphere", 希土類若手研究発表会国際セミナー (和歌山, 10/4-6/2006)
62. ○S.Tanabe, Y.Shibutani, "Evaluation of quantum efficiency and yield of Sm-doped glass phosphors for power illumination by violet laser diode pumping", *XI International Conference on the Physics of Non-Crystalline Solids* (Rhodes, Oct.30, 2006) O-OP-8.

63. ○村上岳、田部、「軽希土類添加 SrF_2 含有透明ナノ結晶化ガラスの作成とその近赤外発光特性」 第 47 回ガラスおよびフォトニクス材料討論会 (野田、11/22/2006)
64. ○澁谷吉紀、田部、「U バンド帯光増幅器材料 Er^{3+} ドープ $\text{Ce}_{1-x}\text{Y}_x\text{O}_{2-d}$ 結晶の光物性とその熱処理条件依存性」 第 47 回ガラスおよびフォトニクス材料討論会 (野田、11/22/2006)
65. ○林英明、田部、杉本直樹、「酸化ビスマス系エルビウムドープファイバにおける光パワー収支の定量解析」 第 47 回ガラスおよびフォトニクス材料討論会 (野田、11/22/2006)
66. ○S.Tanabe, D.Zhang, "Power budget of Er-doped fiber evaluated with integrating sphere", *Optoelectronics 2007, Photonics West 2007*, (San Jose, CA, Jan.22, 2007)
6497-17. **Invited**
67. ○田部 勢津久、岸 佑季、「希土類ドープ CaF_2 系透明ナノ結晶化ガラスの赤外-RGB 変換蛍光と白色化」 *The 17th Meeting on Glasses for Photonics 2007* (東京, 1/29/2007)
68. ○田部 勢津久、藤田 俊輔、吉原 聡、坂本 明彦、山本茂、"白色 LED 用結晶化ガラス蛍光体の開発と光物性", 日本化学会春季年会 Advanced Technology Program 「光学材料の開発最前線」 依頼講演 (吹田, 3/26/2007) **Invited**

SPIE
Photonics West

出 版 物

1. 田部 勢津久、"高効率希土類蛍光体とその応用": (TIC出版, 2005)
 第2章: 希土類蛍光体の構造と物性(第5節: 希土類アルミネート系蓄光型蛍光体の出現とその光物性), pp.67-78.
 第6章: 光増幅器への応用, pp.173-198. B5版 約280頁 ¥27,300 (2005.1月 発行)
2. S.Tanabe, "Development of Rare-Earth Doped Fiber Amplifiers for Broad Band Wavelength-Division-Multiplexing Telecommunication", in *"Photonics Based on Wavelength Integration and Manipulation"*, (Ed. K.Tada, Institute for Pure and Applied Physics, IPAP vol.2, Tokyo) (2004) pp.101-112.
3. S.Tanabe, "Novel Oxide Glass and Glass Ceramic Materials for Optical Amplifiers", in *"Advances in Photonic Materials and Devices"*, (Eds. S. Bhandarkar, The American Ceramic Society, Westerville, 2005) pp.1-16.
4. 田部 勢津久、"ナノマテリアル工学大系, 第1巻ニューセラミックス・ガラス編"第3章ナノマテリアルの物性・機能: 第3.7節: 光機能"希土類イオンドープ光増幅ファイバ" (フジテクノシステム、平尾一之監修) (2005) pp.403-405.
5. S.Tanabe, S.Fujita, A.Sakamoto, S.Yamamoto, "Glass Ceramics for Solid-state Lighting", in *"Advances in Glass and Optical Materials"* (eds. S.Jiang, The American Ceramic Society, 2005) pp.19-25.
6. 田部 勢津久、"希土類の機能と応用" (足立吟也監修、シーエムシー出版, 2006).
 第3章2節: 光機能分野への応用: 2.9.希土類レーザー pp.145-153.
 2.10.希土類添加ファイバ pp.154-163.
7. 田部、「科学立国日本を築くー 極限に挑む気鋭の研究者たち」(分担執筆: 榊 裕之監修、日刊工業新聞社, 2006) 第2章: "大容量光通信のための光ファイバ増幅器の広帯域化", pp.73-78.
8. 田部 勢津久、杉本 直樹、"機能性ガラス・ナノガラスの最新技術", (株)エヌ・ティー・エス, 2006) 第5編 機能性ガラスの応用、

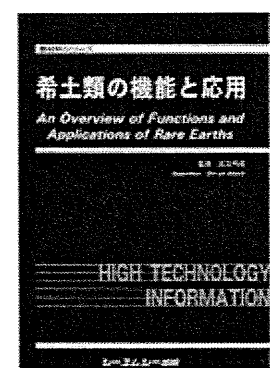
Photonics Based on Wavelength
Integration and Manipulation

EDITED BY
Kunio TADA
Toshiki SUHARA
Kazuo KIKUCHI
Yasuo KOBAYASHI
Katsuyuki UHARA
Masahiro ASADA
Fumin KOBAYASHI
Taro ARAKAWA

IPAP Books 2

ナノマテリアル工学大系
第1巻 ニューセラミックス・ガラス

本体	52,000 円+税
発行	平成 17 年 10 月
造本	B5 判 上製
体裁	横 2 段組 約 914 頁



5.2 通信、5.2.2 "波長多重通信用光ファイバ増幅器の開発",
pp.260-272.

9. 田部 勢津久, "最新 LED部材の開発", (技術情報協会,
2007) 第2章蛍光体:第2節「白色LED用結晶化ガラス蛍光
体材料の開発と発光特性評価」 pp.188-194.

10. 田部 勢津久, "ガラスの事典" (作花済夫監修、朝倉書店,
2007) .

第4部12章:光通信とガラス:12.4.ガラスレーザ、4p

第13章先端技術ガラス:13.4.波長変換ガラス、4p

第7部ガラスとは何だろう:21章21.2.アップコンバージョン蛍光, 2p

